

# Physik

## Formelsammlung

### Gewerbliche Berufsschule Sursee

#### 1. Inhaltsverzeichnis

<b>1. Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>2</b>
<b>2. Geschwindigkeit</b> .....	<b>3</b>
2.1. Gleichförmige Bewegung .....	3
2.2. Beschleunigung .....	3
2.2.1. Gleichförmig beschleunigte Bewegung .....	3
2.3. Gleichmässig verzögerte Bewegung .....	3
<b>3. Kräfte</b> .....	<b>4</b>
3.1. Trägheitsgesetz .....	4
3.2. Gewichtskraft .....	4
3.3. Reibungskraft .....	4
3.4. Federkraft .....	4
<b>4. Freier Fall</b> .....	<b>4</b>
<b>5. Schiefe Ebene</b> .....	<b>4</b>
<b>6. Kräfte als Vektoren</b> .....	<b>5</b>
6.1. Addition von Kräften .....	5
6.1.1. Grafisch.....	5
6.1.2. Rechnerisch.....	5
6.2. Drehmoment.....	5
<b>7. Statik</b> .....	<b>5</b>
<b>8. Gleichförmige Kreisbewegung</b> .....	<b>6</b>
8.1. Kräfte .....	6
<b>9. Wärmelehre</b> .....	<b>6</b>
9.1. Temperatur $T$ ; $\vartheta$ .....	6
9.2. Wärme-Menge (=Energie) $Q$ .....	6
9.3. Temperatur $\rightarrow$ Widerstandsänderung .....	6
9.4. Temperatur $\rightarrow$ Ausdehnung .....	6
9.5. Wärmetransport.....	6
<b>10. Optik</b> .....	<b>7</b>
10.1. Brechungsgesetz.....	7
10.2. Total-Reflexion .....	7
10.3. Farbenlehre .....	8
<b>11. Akustik</b> .....	<b>9</b>
<b>12. Arbeit</b> .....	<b>10</b>
12.1. Bewegungsarbeit.....	10
12.2. Federspannarbeit .....	10
12.3. Beschleunigungsarbeit .....	10
12.4. Reibarbeit .....	10
<b>13. Leistung</b> .....	<b>10</b>
<b>14. Druck</b> .....	<b>10</b>
14.1. Schweredruck.....	10
14.2. Hydraulische Aufgaben .....	11
14.3. Allg. Gasgesetz .....	11
14.4. Auftriebskraft .....	11

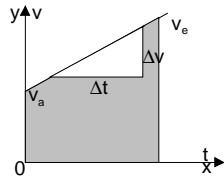
## 2. Geschwindigkeit

$$\frac{s}{t} = v \quad s = v \cdot t \quad \frac{s}{v} = t$$

### 2.1. Gleichförmige Bewegung

$$s = s_0 + v \cdot t$$

### 2.2. Beschleunigung



$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = a \quad [v \text{ verändert sich linear}]$$

#### 2.2.1. Gleichförmig beschleunigte Bewegung

$$v_e = v_a + a \cdot t \quad v_e = \sqrt{v_a^2 + 2 \cdot a \cdot s}$$

$$s = \frac{a \cdot t^2}{2} \quad s = v_{\text{Mittel}} \cdot t$$

$$s = \left( \frac{v_{\text{Anf}} + v_{\text{End}}}{2} \right) \cdot t$$

#### 2.3. Gleichmässig verzögerte Bewegung

$$t_v = \frac{\Delta v}{a}$$

$$s = v_a \cdot t_a - \frac{a \cdot t_v^2}{2}$$

$$s = \frac{v_a + v_e}{2} \cdot t_v$$

v Geschwindigkeit [m/s]  
s Strecke [m]  
t Zeit [s]

s Strecke [m]  
s<sub>0</sub> Bereits zurückgel. Strecke [m]  
v Geschwindigkeit [m/s]  
t Zeit [s]

Δv Geschwindigkeitsänderung [m/s]  
t Zeit [s]  
a Beschleunigung [m/s<sup>2</sup>]

v Geschwindigkeit [m/s]  
v<sub>a</sub> Anfangsgeschwindigkeit [m/s]  
v<sub>e</sub> Endgeschwindigkeit [m/s]  
a Beschleunigung [m/s<sup>2</sup>]  
t Zeit [s]

t<sub>a</sub> Zeit mit Geschwindigkeit v<sub>a</sub> [s]  
t<sub>v</sub> Bremszeit/Verzögerungszeit [s]  
Δv Geschwindigkeitsänderung [m/s]  
(v<sub>a</sub>-v<sub>e</sub>)  
v<sub>a</sub> Anfangsgeschwindigkeit [m/s]  
v<sub>e</sub> Endgeschwindigkeit [m/s]  
a Beschleunigung [m/s<sup>2</sup>]

## 3. Kräfte

### 3.1. Trägheitsgesetz

$$F = m \cdot a$$

### 3.2. Gewichtskraft

$$F_g = m \cdot g$$

### 3.3. Reibungskraft

$$F_{\text{Reibung}} = \mu \cdot F_{\text{Normal}}$$

### 3.4. Federkraft

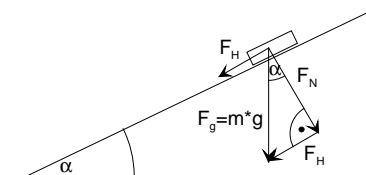
$$F_{\text{Feder}} = D \cdot \Delta s$$

## 4. Freier Fall

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$$

## 5. Schiefe Ebene



$$\vec{F}_H = \vec{F}_g \cdot \sin \alpha$$

$$\vec{F}_N = \vec{F}_g \cdot \cos \alpha$$

F Kraft [N]/[kg\*m/s<sup>2</sup>]  
m Masse [kg]  
a Beschleunigung [m/s<sup>2</sup>]  
g Erdbeschleunigung 9.81 [m/s<sup>2</sup>]

F<sub>R</sub> Reibungskraft [N]  
F<sub>N</sub> Normalkraft (senkr. zur Fläche) [N]  
μ Reibungszahl (Konstante)

F<sub>F</sub> Federkraft [N]  
D Federkonstante (Härte) [N/m]  
Δs Federlängenänderung [m]

h Fallhöhe [m]  
g Beschleunigung (9.81) [m/s<sup>2</sup>]  
v Geschw. nach Fall aus Höhe h. [m/s]  
t Fallzeit [s]

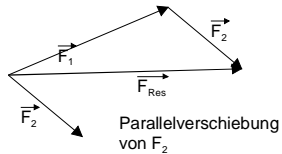
F<sub>H</sub> Hangabtriebskraft [N]  
F<sub>G</sub> Gewichtskraft [N]  
F<sub>N</sub> Normalkraft [N]  
α Steigungswinkel der Ebene [°]

### 6. Kräfte als Vektoren

Vektoren haben eine **Richtung** und einen **Betrag**.

#### 6.1. Addition von Kräften

##### 6.1.1. Grafisch



Durch Parallelverschiebung der Kräftevektoren können die Vektoren Addiert werden.

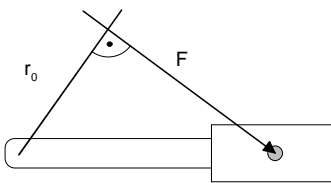
- $F_R$  Resultierende Kraft [N]
- $F_1$  Kraft 1 [N]
- $F_2$  Kraft 2 [N]
- $\alpha$  Winkel zwischen den Kräftevektoren [°]

##### 6.1.2. Rechnerisch

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}$$

### 6.2. Drehmoment

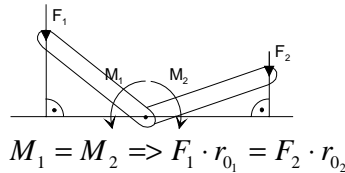
$$M = F \cdot r_0$$



- $M$  Drehmoment [Nm]
- $r_0$  Hebelarm senkrecht zu  $F$  [m]
- $F$  Kraft [N]

### 7. Statik

Keine resultierende Kraft!  
alle Kraft-Vektoren heben sich auf!  
alle Drehmomente heben sich auf!



- $M_1$  Drehmoment 1 [Nm]
- $M_2$  Drehmoment 2 [Nm]
- $F_1$  Kraft zu Drehmoment 1 [N]
- $F_2$  Kraft zu Drehmoment 2 [N]
- $r_{0,1+2}$  Hebelarm senkrecht zu  $F$  [m]

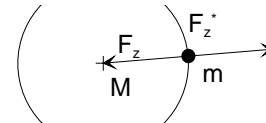
### 8. Gleichförmige Kreisbewegung

$$v = 2 \cdot r \cdot \pi \cdot f \quad s = 2 \cdot r \cdot \pi \cdot t \cdot f$$

$$f = 1/t$$

$$v = 2 \cdot r \cdot \pi \cdot f = \omega \cdot r$$

#### 8.1. Kräfte



$$F_Z = m \cdot \frac{v_b^2}{r} \quad F_{Z^*} = -F_Z$$

- $v$  Bahngeschwindigkeit [m/s]
- $r$  Kreisradius [m]
- $t$  Zeit [s]
- $f$  Frequenz [Hz] [1/s]

$\omega$  Winkelgeschwindigkeit [1/s] (rad/s)

- $F_{Z^*}$  Zentripetalkraft [N]
- $F_Z$  Zentrifugalkraft [N]
- $m$  Masse [kg]
- $r$  Kreisradius [m]
- $v_b$  Bahngeschwindigkeit [m/s]

### 9. Wärmelehre

#### 9.1. Temperatur $T$ ; $\vartheta$

Zustands-Grösse  $\rightarrow$  Geschwindigkeit der Elementar-Teilchen.

Skalen: °C und K; 0K=-273.15°C

#### 9.2. Wärme-Menge (=Energie) $Q$

Wärmekapazität  $C = \frac{Q}{\Delta\vartheta}$

pro kg Stoff:  $c_m \cdot m = C$

- $C$  Wärmekapazität [J]
- $Q$  Wärmeenergie [J] [kg\*m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>]
- $\Delta\vartheta$  Temperaturänderung [K]

#### 9.3. Temperatur $\rightarrow$ Widerstandsänderung

$$\Delta R = \Delta\vartheta \cdot \alpha \cdot R_{20}$$

- $\Delta R$  Widerstandsänderung [ $\Omega$ ]
- $\alpha$  Temperaturkoeffizient [1/K]
- $\Delta\vartheta$  Temperaturänderung [K]
- $R_{20}$  Widerstand bei 20° [ $\Omega$ ]

#### 9.4. Temperatur $\rightarrow$ Ausdehnung

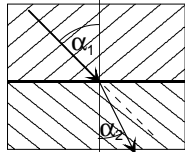
$$\Delta l = \Delta\vartheta \cdot \alpha \cdot l_{20}$$

- $\Delta l$  Längenänderung [m]
- $\alpha$  : Temperaturkoeffizient [1/K]
- $\Delta\vartheta$  Temperaturänderung [K]
- $l_{20}$  Länge bei 20+ [m]

#### 9.5. Wärmetransport

Wärmeleitung (Kühlkörper, Kupfer, Alu)  
Konvektion (Luft/Wasser-Abtransport)  
Strahlung (z.B. durch Vakuum)

### 10. Optik



Optisches Medium 1  
Brechzahl  $n_1$   
Optisches Medium 2  
Brechzahl  $n_2$

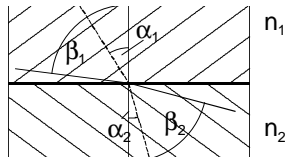
Winkel **immer** zur Mittelsenkrechten gemessen.

Je grösser die Brechzahl  $n$ ;  
desto stärker die Brechung;  
desto **kleiner** der Winkel!

#### 10.1. Brechungsgesetz

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

#### 10.2. Total-Reflexion

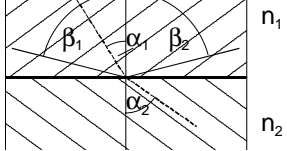


$n_1 < n_2$   
 $\alpha_1 > \alpha_2$

falls  $n_1 < n_2$  gibt es **nie** Totalreflexionen.

Totalreflexion **nur** bei:

$$n_1 > n_2 \rightarrow \alpha_1 < \alpha_2$$



$n_1 > n_2$   
 $\alpha_1 < \alpha_2$

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow \sin \alpha_1 = \sin \alpha_2 \cdot \frac{n_1}{n_2} \rightarrow$$

$$\alpha_1 = \arcsin\left(\sin \alpha_2 \cdot \frac{n_1}{n_2}\right)$$

Totalreflexion ab:  $\alpha_2 = 90^\circ \rightarrow$

$$\sin \alpha_2 = 1$$

also ab:  $\alpha_1 \geq \arcsin(n_2 / n_1)$

nur für:  $\frac{n_2}{n_1} \leq 1 \rightarrow$  also:  $n_2 < n_1$

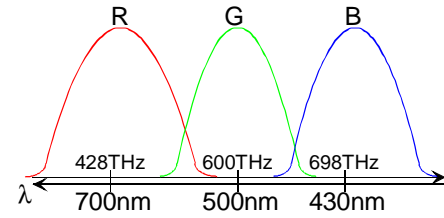
$n_1$  Brechzahl 1 [1]

$n_2$  Brechzahl 2 [1]

$\alpha_1$  Einfallswinkel 1 (Zu Senkrechte) [°]

$\alpha_2$  Einfallswinkel 2 (Zu Senkrechte) [°]

### 10.3. Farbenlehre



Wellenlänge

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

**Additive** Farb-Mischung: Unser Auge sieht keinen Unterschied zwischen: gelb(rein) und rot+grün (gemischt)

Tabelle

R	G	B	Mischung
0	0	0	Schwarz
0	0	1	Blau
0	1	0	Grün
0	1	1	Cyan
1	0	0	Rot
1	0	1	Violett, purpur, magenta
1	1	0	Gelb
1	1	1	Weiss

**Subtraktive** Mischung

C Y M Cyan/Yellow/Magenta

Jeder Filter lässt 2 Farbreize passieren und blendet **einen** aus!

Filter	R	G	B
Cyan	sperrt	✓	✓
Yellow	✓	✓	sperrt
Magenta	✓	sperrt	✓

C	Y	M	
1	1	1	Schwarz
1	0	1	Blau
1	1	0	Grün
1	0	0	Cyan
0	1	1	Rot
0	0	1	Magenta
0	1		Gelb
0	0	0	Weiss

C Lichtgeschwindigkeit 300'000 [km/s]  
resp. 300'000'000 [m/s]

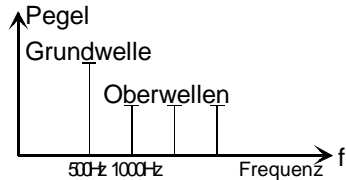
f Frequenz [1/s]

$\lambda$  Wellenlänge [km]  
resp. umgerechnet in [nm]

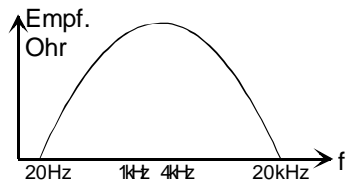
**11. Akustik**

PHYSK Tatsache	Wahrnehmung
Frequenz: Wellenlänge	Tonhöhe
Amplitude: Schalldruck	Lautstärke
Frequenzgemisch: (Oberwellen)	Klangfarbe

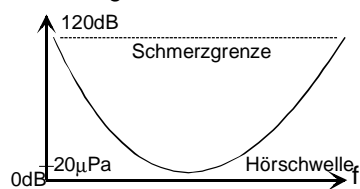
Spektral Analyse



Hörbereich des Menschen



Schmerzgrenze



Formel:

$$\text{Pegel in } dB = 20 \log \left( \frac{P}{P_0} \right)$$

$$P_0 \cdot 10^{\left(\frac{dB}{20}\right)} = P$$

P Schalldruck [Pa]  
 P<sub>0</sub> Hörschwelle 20 [μPa]

**12. Arbeit**

**12.1. Bewegungsarbeit**

$$W_B = F \cdot s$$

$$W_H = F \cdot h$$

**12.2. Federspannarbeit**

$$W_F = \frac{D \cdot s^2}{2}$$

**12.3. Beschleunigungsarbeit**

$$W_a = F \cdot s = m \cdot a \cdot s$$

$$W_a = \frac{m \cdot (v_2^2 - v_1^2)}{2}$$

**12.4. Reibarbeit**

$$W_R = F_R \cdot s$$

**13. Leistung**

$$P = \frac{W}{t}$$

**14. Druck**

$$p = \frac{F}{A}$$

**14.1. Schweredruck**

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

$$p_{Gesamt} = p_{amb} + p = p_{amb} + \rho \cdot g \cdot h$$

F Kraft [N] [kg\*m/s<sup>2</sup>]  
 s Bewegung des Körpers [m]  
 W<sub>B</sub> Bewegungsarbeit [Nm] [kg\*m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>]  
 W<sub>H</sub> Hubarbeit [Nm]  
 h Hubhöhe [m]

D Federkonstante (Härte) [N/m]  
 s Spannweg [m]

W<sub>a</sub> Beschleunigungsarbeit [Nm]  
 a Beschleunigung [m/s<sup>2</sup>]  
 m Masse [kg]  
 v<sub>2</sub> Endgeschwindigkeit [m/s]  
 v<sub>1</sub> Anfangsgeschwindigkeit [m/s]

W<sub>R</sub> Reibarbeit [Nm]  
 F<sub>R</sub> Reibungskraft [N]  
 s Strecke [m]

P Leistung [W] [kg\*m<sup>2</sup>/s<sup>3</sup>]  
 W Arbeit [J]  
 t Zeit [s]

Pascal	Pa	1Pa=1N/m <sup>2</sup>
Bar	bar	1bar=10 <sup>5</sup> Pa
Millibar	mbar	1mbar=100Pa
Hekto-pascal	hPa	1hPa=100Pa=-1mbar

p Druck [Pa]  
 F Kraft [N]  
 A Fläche [m<sup>2</sup>]  
 ρ Dichte der Flüssigkeit [kg/m<sup>3</sup>]  
 g Erdbeschleunigung 9.81 [m/s<sup>2</sup>]  
 h Flüssigkeitstiefe [m]

**14.2. Hydraulische Aufgaben**

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$p_1 = p_2$$

**14.3. Allg. Gasgesetz**

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

**14.4. Auftriebskraft**

$$F_A = \rho_{Fl} \cdot V_K \cdot g = m_{Fl} \cdot g$$

$F_1$	Kolbendruck 1	[N]
$F_2$	Kolbendruck 2	[N]
$A_1$	Fläche Kolben 1	[m <sup>2</sup> ]
$A_2$	Fläche Kolben 2	[m <sup>2</sup> ]

Pascal	Pa	1Pa=1N/m <sup>2</sup>
Bar	bar	1bar=10 <sup>5</sup> Pa
Millibar	mbar	1mbar=100Pa
Hekto-pascal	hPa	1hPa=100Pa=-1mbar

$p_1$	Druck 1 (absolut)	[Pa]
$V_1$	Volumen 1	[m <sup>3</sup> ]
$T_1$	Temperatur 1	[K]
$p_2$	Druck 2 (absolut)	[Pa]
$V_2$	Volumen 2	[m <sup>3</sup> ]
$T_2$	Temperatur 2	[K]

$F_A$	Auftriebskraft	[N]
$\rho_{Fl}$	Dichte der Flüssigkeit	[kg/m <sup>3</sup> ]
$V_K$	Körpervolumen	[m <sup>3</sup> ]
$g$	Erdbeschleunigung	9.81 [m/s <sup>2</sup> ]
$m_{Fl}$	Flüssigkeitsmasse (Verdrängt)	[kg]